



⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 41 31 713 C 2

⑤ Int. Cl.⁵:
F 02 K 3/06
F 02 K 3/072
F 02 C 3/067

⑳ Aktenzeichen: P 41 31 713.0-13
㉑ Anmeldetag: 24. 9. 91
㉒ Offenlegungstag: 8. 4. 93
㉓ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 15. 7. 93

DE 41 31 713 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉔ Patentinhaber:
MTU Motoren- und Turbinen-Union München GmbH,
8000 München, DE

㉕ Erfinder:
Rohra, Alois; Schmidt-Eisenlohr, Uwe, 8000
München, DE

㉖ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 38 12 027 A1
GB 21 98 791

㉗ Zusatzverdichter für Fantriebwerke mit hohem Bypass-Verhältnis

DE 41 31 713 C 2

Die Erfindung betrifft ein Fantriebwerk mit hohem Bypass-Verhältnis, welches zumindest einen Fanrotor, einen stromabwärts des Fanrotors im Primärkanal angeordneten Zusatzverdichter, ein stromabwärts des Zusatzverdichters angeordnetes Kerntriebwerk mit Hochdruckverdichter und -turbine und eine Arbeitsturbine, die mit dem Fanrotor über eine triebwerkskoaxiale Antriebswelle verbunden ist, aufweist.

Ein Fantriebwerk nach der vorbezeichneten Bauart ist aus der DE-38 12 027 A1 bekannt. Ein Mittel zur Erzielung einer Schubsteigerung eines vorhandenen Fantriebwerks besteht darin, Boosterstufen einzuführen oder bei bereits vorhandenem Booster dessen Stufenzahl zu erhöhen, was zu einer Vergrößerung des Druckverhältnisses und damit zu einem vergrößerten Massenstrom durch das Kerntriebwerk führt. Die Boosterstufen sind in der Regel mit dem Fan verbunden und laufen mit der Drehzahl des Niederdruckrotors um.

Parallel zur Erhöhung des Druckverhältnisses ist eine Tendenz zu immer größeren Bypass-Verhältnissen der Fantriebwerke erkennbar, welche insbesondere durch die Entwicklung und Erprobung sog. Propfan-Triebwerke dokumentiert wird.

Die Anordnung und der Antrieb eines Zusatzverdichters (Boosters) in gattungsgemäßen Triebwerken stellt den Fachmann vor eine Vielzahl von Problemen, die sich durch eine ebensolche Vielzahl von Lösungsvorschlägen im Stand der Technik widerspiegelt.

Die Ankoppelung des Boosters an das Rotorsystem eines Fantriebwerkes stellt hierbei eine besondere technische Herausforderung dar. Die Leistungsentnahme zum Antrieb des Boosters erfolgt im Stand der Technik, insbesondere bei Triebwerken mit nur einem Fanrotor, bisher fast ausnahmslos über das Niederdrucksystem, d. h. über die Niederdruckwelle.

Um den Vortriebswirkungsgrad eines Fantriebwerkes zu verbessern, ist in der Vergangenheit ein stetes Anwachsen des Bypassverhältnisses zu beachten gewesen. Diese Tendenz in der Fantriebwerk-Entwicklung hält weiterhin an, wie dies Propfantriebwerke zeigen. Diese Entwicklung führt aus aerodynamischen und akustischen Gründen zu einer deutlichen Reduzierung der Fandrehzahl, wodurch ein mit dem Fanrotor direkt angetriebener Booster kein zufriedenstellendes Druckverhältnis erbringt. Erschwerend kommt bei Fantriebwerken mit zwei gegenläufigen Fanrotoren die Forderung nach weitgehend gleichmäßiger Leistungsentnahme zum Antrieb eines Boosters hinzu. Bei der Lösung nach der DE-38 12 027 A1 ist hierzu eine entsprechende aufwendige Anpassung der Niederdruckturbinen notwendig.

Ogleich bei dieser Lösung nicht mehr die gesamte Nutzleistung der Niederdruckturbine in einem Getriebe umgesetzt werden muß, bleibt das hier vorgesehene Getriebe stets gewichtintensiv. Eine Ausführung, bei welcher auf ein Getriebe verzichtet wird, ist aus der DE 37 28 436 A1 bekannt geworden. Hier ist ein gegenläufiger Booster zwischen zwei Fanrotoren angeordnet und mit diesen gekoppelt. Infolge der hohen Relativgeschwindigkeit der gegenläufigen Boosterstufen kann der Rotor ohne Getriebe betrieben werden. Als nachteilig erweist sich jedoch das ungünstige Nebenverhältnis der stromabwärtigen Fanstufe, da der Booster radial innerhalb des Fans angeordnet ist. Zudem wird auf den erhöhten Schutz des Kerntriebwerks vor Fremdkörper-einwirkung verzichtet, welcher durch den zweiten Fan-

rotor gegeben wäre.

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, bei einem gattungsgemäßen Fantriebwerk das Druckverhältnis des Kerntriebwerks zu erhöhen, wobei ein möglichst flexibler Variationsbereich vorzusehen ist, um einer Nachfrage nach erhöhter Schubkraft gerecht zu werden. Eine leichte und kompakte Bauweise ist zu berücksichtigen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß der Zusatzverdichter als Verdichtervorstufe des Hochdruckverdichters ausgeführt ist und mit diesem lösbar verbunden ist.

Die erfindungsgemäße Anordnung hat den Vorteil, aufgrund der direkten und lösbaren Ankoppelung des Boosters an den Hochdruckrotor mit weniger Stufen eine gewünschte Erhöhung des Gesamtdruckverhältnisses zu erzielen, als dies mit am Niederdruckrotor gekoppelten Boostern ohne Übersetzungsgetriebe möglich ist.

Die hierdurch erzielten erheblichen technischen Vorteile liegen im Wegfall der Rücksichtnahme auf gleichmäßige Wellenbelastung, im Verzicht auf ein Getriebe und im weiten Variationsbereich ausführbarer Booster-Druckverhältnisse. Die lösbare Verbindung zwischen Zusatzverdichter und Hochdruckverdichter erlaubt eine flexible Anpassung an die gewünschte Schubstärke eines Triebwerkes. So können beispielsweise Triebwerke einer gewissen Schubklasse innerhalb einer Flotte unterschiedlicher Flugzeuge durch relativ geringe Modifikationen untereinander ausgetauscht werden.

Bei Fantriebwerken mit zwei gegenläufigen Fanrotoren, welche über zwei koaxiale Wellen angetrieben werden erfordert die Verwendung eines Boosters einen hohen konstruktiven Aufwand, um beide Wellen gleichmäßig zu belasten, so daß bei diesen Fantriebwerken die Anwendung der Erfindung eine besondere konstruktive Vereinfachung mit sich bringt.

In einer bevorzugten Ausbildung der Erfindung, ist stromaufwärts der Verdichtervorstufe ein Leitgitter mit einstellbaren Leitschaufeln im Primärkanal angeordnet, wodurch der Zuströmwinkel zu den Laufschaufeln der Verdichtervorstufe den Massenstrom angepaßt wird, welcher sich nicht nur beim Drosseln des Triebwerkes ändert, sondern auch durch das installierte Druckverhältnis der Verdichtervorstufe.

Bei einer weiteren Ausbildung der Erfindung, wonach die Betriebskennlinie der Turbine des Kerntriebwerkes auf einen größeren Variationsbereich des Gesamtdruckverhältnisses, welcher durch die flexibel installierbare Stufenbelastung der Verdichtervorstufe möglich ist, abgestimmt ist, kann das Kerntriebwerk auch bei weiterer Variation der Stufenbelastung weitgehend unverändert bleiben. Hierdurch wird eine wirtschaftliche Bauteilstandardisierung der Triebwerke unterschiedlicher Leistung erzielt.

Weitere vorteilhafte Ausführungen insbesondere bezüglich der einfachen Demontierbarkeit des Kerntriebwerks von der Niederdruck- und Boosterbaugruppe zu Wartungs- und Instandsetzungszwecken ergeben sich aus den Merkmalen der Ansprüche 5 bis 10.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen beispielhaft weiter erläutert. Dabei zeigt

Fig. 1 eine teilgeschnittene Ansicht eines Propfantriebwerkes und

Fig. 2 einen Ausschnitt des Propfantriebwerkes mit zwei alternativen Ausführungsformen.

Das in Fig. 1 gezeigte Propfantriebwerk 1 besteht aus einem Kerntriebwerk 2 und zwei stromauf angeordnete-

ten gegenläufigen Fanrotoren 3, 4, an denen über dem Umfang verteilte Propfanschaufeln 5 angebracht sind. Die Propfanschaufeln 5 sind über nicht näher dargestellte Verstellvorrichtungen verschwenkbar gelagert. Radial außerhalb der Propfanschaufeln 5 ist ein Mantel 6 vorgesehen, der sich in triebwerksaxialer Richtung beidseitig der Propfanschaufeln 5 erstreckt. Über eine Anzahl regelmäßig beabstandeter Streben 7 ist der Mantel 6 am Eintrittsgehäuse 8a angebracht. Das Eintrittsgehäuse 8a ist wiederum über ein Zwischengehäuse 8c mit dem Kerntriebwerksgehäuse 8b verbunden.

Das Kerntriebwerk 2 besteht im wesentlichen aus einem Hochdruckverdichter 9 einer Brennkammer 10 und einer als Hochdruckturbine 11 ausgebildeten Turbine, die mit dem Hochdruckverdichter 9 über eine Hochdruckturbinenwelle 12 verbunden ist.

Stromab der Hochdruckturbine 11 ist die aus zwei konzentrischen Turbinenrotoren 13a, 13b bestehende Arbeitsturbine 13 angeordnet. Der innenliegende Turbinenrotor 13a ist an seinem Außenumfang mit drei Turbinenschaufelreihen 14a versehen, während der trommelartig ausgebildete äußere Turbinenrotor 13b an seinem Innenumfang ebenfalls mit drei Turbinenschaufelreihen 14b versehen ist. Dabei sind die Turbinenschaufelreihen 14a und 14b abwechselnd axial hintereinander angeordnet. Die beiden Turbinenrotoren 13a, 13b sind mit je einer Antriebswelle 15a, 15b verbunden, wobei diese konzentrisch zueinander und konzentrisch innerhalb der Hochdruckturbinenwelle 12 durch das Kerntriebwerk 2 nach vorn geführt werden. Die im Vorder- 30 teil des Propfantriebwerkes 1' angeordneten Fanrotoren 3, 4 sind mit je einer der Antriebswellen 15a, 15b verbunden.

Der von den Fanrotoren 3 und 4 geförderte Luftstrom wird stromab der Fanrotoren 3 und 4 in den Sekundärkanal S und Primärkanal P dem Bypassverhältnis des Propfantriebwerkes 1 entsprechend aufgeteilt.

Eine im Primärkanal P wirkende Verdichtervorstufe 16 ist mit dem stromaufwärtigen Ende des Hochdruckverdichters 9 über eine gesteckte Zwischenwelle 17 wie in Fig. 2 gezeigt drehmomentübertragend verbunden. Hierzu ist die Verdichtervorstufe 16 mit der Zwischenwelle 17 verschraubt. Die Lagerung der Zwischenwelle mit der Verdichtervorstufe 16 erfolgt eintrittsseitig über ein Kugellager 18 am Eintrittsgehäuse 8a. Die Zwischenwelle ist dort axial und radial festgelegt. Am Hochdruckverdichter 9 ist die Zwischenwelle 17 über die gesteckte Wellenverbindung 18 axial verschieblich geführt.

Im Primärkanal P ist stromauf der Verdichtervorstufe 16 ein Leitgitter mit einstellbaren Leitschaufeln 19 angeordnet.

Eine lastübertragende Verbindung zwischen dem Kerntriebwerksgehäuse 8b und dem Eintrittsgehäuse 8a erfolgt über das mit diesen verschraubte Zwischengehäuse 8c welches den Primärkanal P über Stege 20 zwischen Verdichtervorstufe 16 und Hochdruckverdichter 9 durchdringt und die Lagerstelle 21 für den einlaßseitigen Wellenstumpf 22 des Hochdruckverdichters 9 bildet.

Die obere Hälfte der Fig. 2 zeigt eine Anordnung des Geräteabtriebes stromauf der Verdichtervorstufe 16. Hierzu durchdringt eine erste im Eintrittsgehäuse 8a angeordnete Geräteabtriebswelle 23a vor der Verdichtervorstufe 16 den Primärkanal P, welche über ein mit der Zwischenwelle 17 verbundenes Kegelradgetriebe 24 angetrieben wird. Zur Abführung der Wellenleistung an Nebenaggregate des Propfantriebwerkes 1 treibt die

erste Geräteabtriebswelle 23a eine zweite Geräteabtriebswelle 23b, welche ebenfalls im Eintrittsgehäuse 8a angeordnet ist.

Eine alternative Anordnung des Geräteabtriebes ist in der unteren Hälfte der Fig. 2 gezeigt. Dort sind beide Geräteabtriebswellen 23a, 23b im Zwischengehäuse 8c angeordnet, wobei die erste Geräteabtriebswelle 8a den Primärkanal P in einem Steg 20 des Zwischengehäuses 8c durchdringt und vom Wellenstumpf 22 über ein Kegelradgetriebe 24 angetrieben wird.

Patentansprüche

1. Fantriebwerk mit hohem Bypass-Verhältnis, welches zumindest einen Fanrotor, einen stromabwärts des Fanrotors im Primärkanal angeordneten Zusatzverdichter, ein stromabwärts des Zusatzverdichters angeordnetes Kerntriebwerk mit Hochdruckverdichter und -turbine und eine Arbeitsturbine, die mit dem Fanrotor über eine triebwerkskoaxiale Antriebswelle verbunden ist, aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Zusatzverdichter als Verdichtervorstufe (16) des Hochdruckverdichters (9) ausgeführt ist und mit diesem lösbar verbunden ist.
2. Fantriebwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Fanrotoren (3, 4) vorgesehen sind, welche über zwei zueinander koaxiale Antriebswellen (15a, b) von einer gegenläufigen Arbeitsturbine (13) angetrieben werden.
3. Fantriebwerk nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß stromaufwärts der Verdichtervorstufe (16) ein Leitgitter mit einstellbaren Leitschaufeln (19) im Primärkanal (P) angeordnet ist.
4. Fantriebwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Turbine (11) eine auf den Variationsbereich von Druckverhältnissen der Verdichterstufe (16) abgestimmte Betriebskennlinie aufweist.
5. Fantriebwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindung zwischen Verdichtervorstufe (16) und Hochdruckverdichter (9) mittels einer aufgesteckten Wellenverbindung (18) erfolgt.
6. Fantriebwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdichtervorstufe (16) über eine Zwischenwelle (17) mit dem Hochdruckverdichter (9) verbunden ist.
7. Fantriebwerk nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenwelle (17) fanrotorseitig radial und axial am Eintrittsgehäuse (8a) gelagert ist und hochdruckverdichterseitig axial verschieblich am Hochdruckverdichter (9) geführt ist.
8. Fantriebwerk nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine Geräteabtriebswelle (23a) stromaufwärts der Verdichtervorstufe (16) mit der Zwischenwelle (17) über ein Kegelradgetriebe (24) in Verbindung steht und die Geräteabtriebswelle (23a) im Eintrittsgehäuse (8a) gelagert ist.
9. Fantriebwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Hochdruckverdichter (9) stromab der Verdichtervorstufe (16) über ein den Primärkanal (P) durchdringendes Zwischengehäuse (8c) am Eintrittsgehäuse (8a) gelagert ist, wobei das Zwischengehäuse (8c) lösbar mit dem Eintrittsgehäuse (8a) verbunden ist.

10. Fantriebwerk nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine Geräteabtriebswelle (23a) zwischen Verdichtervorstufe (16) und Hochdruckverdichter (9) von einem Wellenstumpf (22) des Hochdruckverdichters (9) über ein Kegelradgetriebe (24) angetrieben wird und die Geräteabtriebswelle (23a) im Zwischengehäuse (8c) gelagert ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

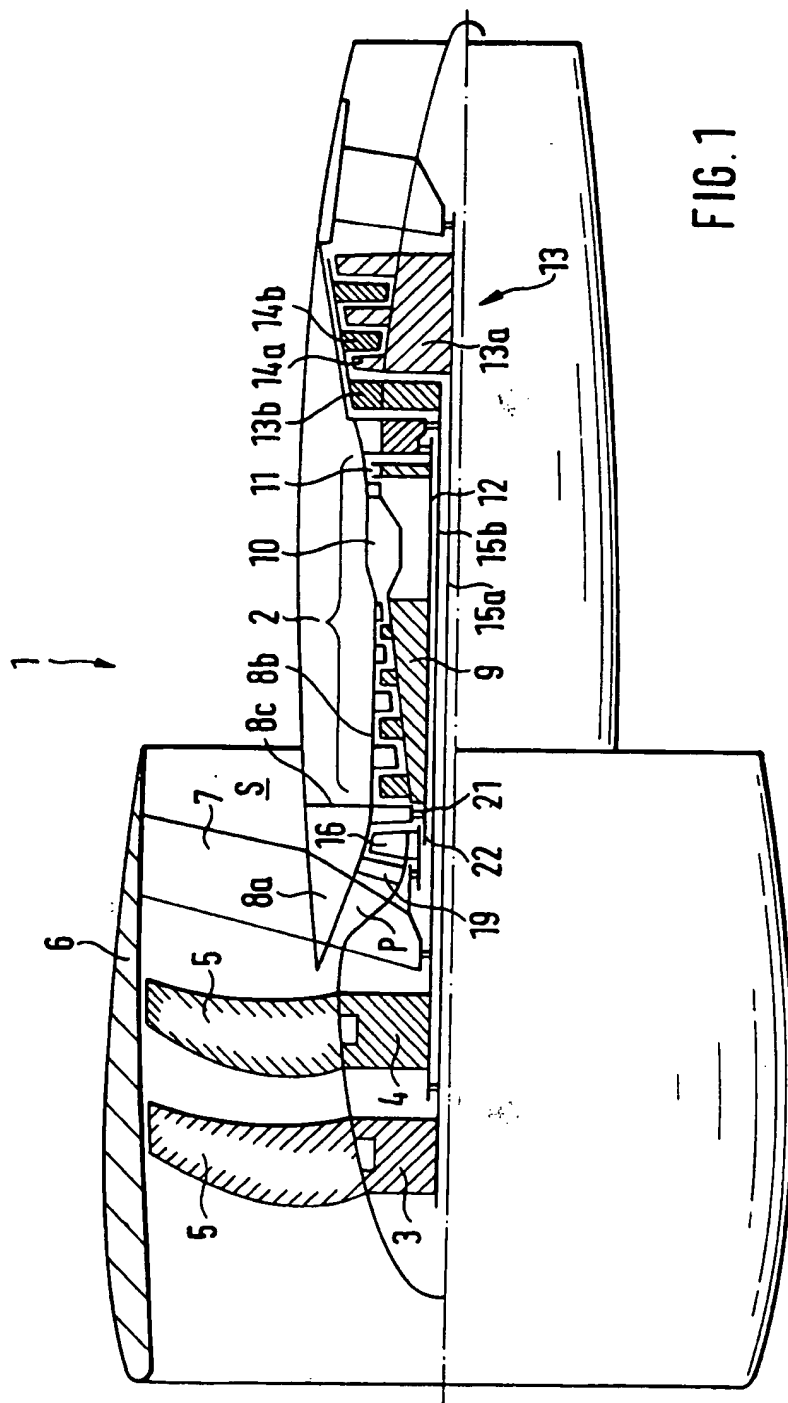
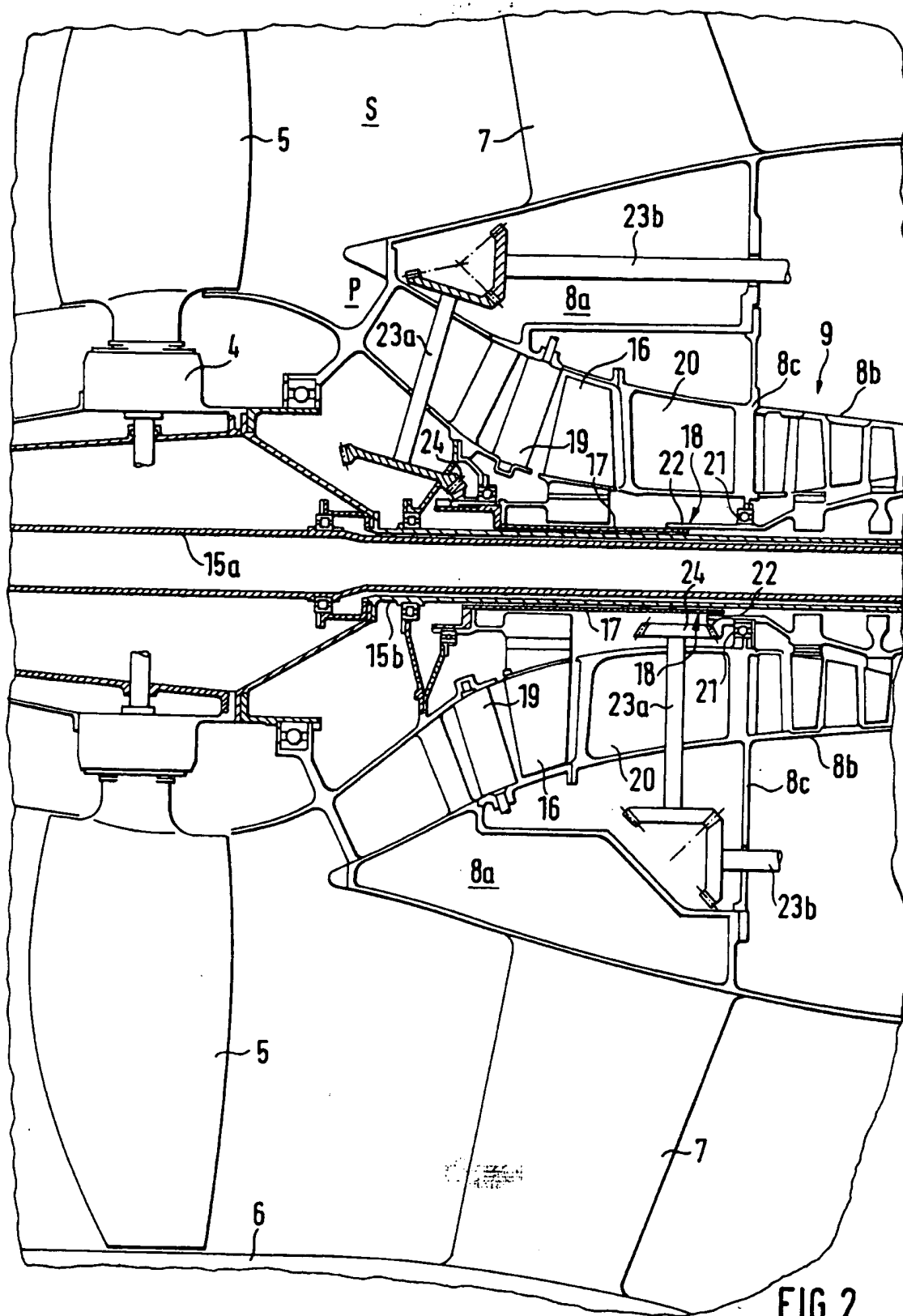


FIG. 1



Booster compressor for turbo-fan engine with high by-pass ratio - is formed as precompressor stage, of core compressor, and connected to it

Publication number: DE4131713
Publication date: 1993-04-08
Inventor: ROHRA ALOIS (DE); SCHMIDT-EISENLOHR UWE (DE)
Applicant: MOTOREN TURBINEN UNION (DE)
Classification:
- **international:** *F02K3/06; F04D25/04; F02K3/00; F04D25/02; (IPC1-7): F02C3/067; F02K3/06; F02K3/072*
- **european:** F02K3/06; F04D25/04
Application number: DE19914131713 19910924
Priority number(s): DE19914131713 19910924

Report a data error here

Abstract of DE4131713

The turbo-fan engine has a fan rotor, a booster compressor located downstream of the fan rotor, and a drive section with a core compressor and turbine. A working turbine is connected to the fan rotor via a drive shaft. The booster compressor is formed as a precompressor stage (16), of the core compressor (9), and is removably connected to it. The fan engine (1) has two fan rotors (3, 4). These are driven via two coaxial drive shafts (5a, b) by an opposite working turbine (13). ADVANTAGE - Flexible variation of pressure ratio.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide